

出題の意図

化学 I

問 1：量子論の基礎に習熟し、自由運動する粒子の系のすべての性質がシュレーディンガー方程式から得られる波動関数であらわされることへの理解力が要求されている。さらに、一次元井戸型ポテンシャルモデルにおいてエネルギー準位を導出し、数値計算や拡張モデルに応用できる力が要求されている。

問 2：元素の性質と周期表から読み取れる傾向についての理解を問う問題である。元素の周期性を定義するために必要な量子数や基底状態の電子配置に関する知識、動径分布関数や周期表内の元素を分類するための元素の諸性質の理解、金属や金属イオンに関するパラメータを用いてイオンの還元反応におけるエンタルピー変化の計算を適切に行う能力、18族元素の性質に基づく物性や反応性、および分子軌道理論の基本的理解が要求されている。

問 3：

- (1) アルケンへの付加反応およびハロゲン化アルキルの脱離反応によるアルケンの生成に関する問題である。反応機構に基づいた、反応の位置および立体選択性についての理解が求められる。また、極性反応とラジカル反応の違いについても問うた。
- (2) カルボニル化合物の反応に関する問題である。求核アシル置換反応ならびにカルボニル α 置換反応についての基礎的知識が求められる。さらに水素移動型還元を例に、可逆反応の理解を問うた。
- (3) 炭素-炭素結合開裂を伴うカルボニル化合物の開環反応に関する問題である。酸存在下におけるカルボニル基の水和および芳香族化の知識を基とする複合的な思考力が求められる。
- (4) 共役化合物の芳香族性、Friedel-Crafts 反応に関する問題である。Friedel-Crafts 反応の反応性や中間体の共鳴構造に関する理解が求められる。また、基本的なアミン合成についても問うた。
- (5) ^1H NMR (プロトン核磁気共鳴) スペクトルに関する問題である。提示された NMR スペクトルをもとに、該当する有機化合物を適切に選択し、各シグナルを正しく解釈する力が求められる。また、特定の化合物における構造異性体間の平衡状態がスペクトルに与える影響についての理解を問うた。

化学 II

問 1 (物理化学 1) : 基本的な結晶学の習熟し、原子および分子の配列を規定する結晶格子および結晶面に関する理解が求められる。加えて結晶格子の特性から生じる消滅則を X 線回折測定の解析へと展開・適用する力が問われている。

問 2 (物理化学 2) : 蛍光共鳴エネルギー移動を題材として、光化学および光化学過程における反応速度論に関する用語の理解、および数式を扱う力が要求されている。さらに、仮想的な実験データを基にグラフを作成し、グラフからパラメータを読み取り類推する力が要求されている。

問 3 (無機化学 1) : 遷移金属錯体の諸性質に対する配位子の影響についての理解を問う問題である。金属錯体の価電子数ならびに配位子置換反応に伴う金属イオンの電子配置の変化、光吸収に伴う電子遷移を問うことにより、金属錯体の基本的理が要求されている。また、金属錯体の熱分解を問うことで、進行しうる反応を推察する能力が要求されている。さらに、金属中心周りに結合した配位子の構造や金属錯体の構造の変化に伴う電子配置の変化を問うことで、金属錯体の構造と電子配置、磁性の関係性を適切に説明する能力が要求されている。

問 4 (無機化学 2) : 結晶構造や構成原子間の化学結合に基づいて、金属などの固体物質の構造や物性について理解を問う問題である。金属の相図を正しく理解し、相転移に伴う特性変化を正しく説明する能力、金属に特有の性質や合金化の挙動に対する結晶構造の変化や金属の持つ自由電子に由来する特性に対する理解が要求されている。さらに、金属に関する各パラメータ値を元に、与えられた試料の電気抵抗やキャリア量などの輸送特性を考察することで、結晶構造や化学結合に対する理解が要求されている。

問 5 (有機化学 1) :

- (1) アレンというやや特殊な構造を持つ化合物を題材にして、炭素の混成(軌道)状態や炭素-炭素多重結合の反応性、さらにキラリティといった、有機化学全般にわたる総合的な理解力を問う問題である。Newman 投影式を使いこなせることも重要である。
- (2) ペリ環状反応(電子環状反応、付加環化反応、シグマトロピー反応)に関する問題である。分子軌道論に基づいた、熱的ならびに光化学的ペリ環状反応の反応機構および立体選択性についての理解が求められる。

問 6 (有機化学 2) :

- (1) Wittig 反応の反応機構に関する問題である。リンイリドの反応性およびベタイン化学種の反応性の理解が求められる。
- (2) 硫黄イリドとカルボニル化合物の反応によるエポキシドの立体選択性的合成に関

する問題である。反応機構および生成物の立体選択性の理由について問うた。問6-(1)と関連して、リンと硫黄の性質の違いに基づいた反応機構の理解が求められる。また、アルキンからエポキシドを立体選択的に合成する手法についても問うた。

(3) アミノ酸の性質や合成、ペプチドの反応性に関する問題である。アミノ酸側鎖の共役酸の共鳴構造、アルデヒドを原料とするアミノ酸合成の反応機構について問うた。また、ペプチドの開裂反応を有機化学の視点から理解する能力も求められる。